

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI

Programa de Pós-Graduação em Zootecnia

Aline Danielle Souza Prates

MICROALGA *SCHIZOCHYTRIUM* SP. EM DIETAS PARA JUVENIS DE PIAU

**Diamantina - MG
2016**

Aline Danielle Souza Prates

MICROALGA *SCHIZOCHYTRIUM* SP. EM DIETAS PARA JUVENIS DE PIAU

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Zootecnia, nível de Mestrado,
como parte dos requisitos para
obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo
Mattos Pedreira
Coorientadora: Pesq.^a Dr.^a
Marianne Schorer

Diamantina - MG

2016

Ficha Catalográfica – Serviço de Bibliotecas/UFVJM
Bibliotecário Anderson César de Oliveira Silva, CRB6 – 2618.

P912m Prates, Aline Danielle Souza
Microalga *Schizochytrium* sp. em dietas para juvenis de piau / Aline Danielle Souza Prates. – Diamantina, 2016.
40 p. : il.

Orientador: Marcelo Mattos Pedreira
Coorientador: Marianne Schorer

Dissertação (Mestrado – Curso de Pós-Graduação em Zootecnia) -
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

1. Espécie nativa. 2. Lipídeos. 3. Suplementação.
4. *Thraustochytriaceae*. I. Título. II. Universidade Federal dos Vales
do Jequitinhonha e Mucuri.

CDD 639.3

Elaborado com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

ALINE DANIELLE SOUZA PRATES

**MICROALGA *SCHIZOCHYTRIUM* SP. EM DIETAS PARA JUVENIS DE
PIAU**

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Zootecnia, nível de Mestrado como
parte dos requisitos para obtenção
do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo
Mattos Pedreira

Data de aprovação 19/08/2016



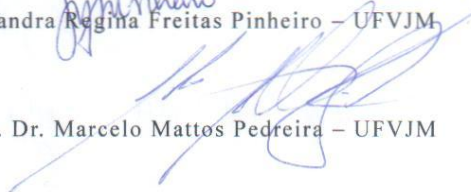
Pesq.^a Dr.^a Marianne Schorer – UFVJM



Prof. Dr. Antônio Cléber da Silva Camargo – UNIPAMPA



Prof.^a Dr.^a Sandra Regina Freitas Pinheiro – UFVJM



Prof. Dr. Marcelo Mattos Pedreira – UFVJM

DIAMANTINA

Aos meus pais, Francisco e Amélia
Aos meu irmãos e sobrinhas
À minha vizinha, Joana
Com todo amor,

Dedico este trabalho

AGRADECIMENTOS

À Deus primeiramente por me guiar sabiamente pelos melhores caminhos.

À UFVJM pela oportunidade de cursar o mestrado.

À Fapemig, pelo financiamento deste trabalho.

À Capes, pela bolsa de estudo concedida.

Ao Banco do Nordeste do Brasil e ao CNPq pelo apoio financeiro ao projeto.

À CODEVASF pelo fornecimento do material.

À todos os professores do Departamento de Zootecnia da UFVJM pelo carinho e recepção.

Ao professor Dr. Marcelo Mattos Pedreira por ter me recebido, apoiado e orientado.

À Dra. Marianne Schorer pela orientação e colaboração em todo meu trabalho.

Ao professor Dr. Antonio Cleber da Silva Camargo, pelos ensinamentos, amizade e mesmo distante me auxiliar nesta etapa tão importante de minha vida.

À professora Dra. Sandra Regina Freitas Pinheiro pela participação e colaboração na banca.

À professora Dra. Milena Penteado Chaguri pelo carinho e apoio nesta reta final.

Ao professor Dr. Wedson Carlos Lima Nogueira pela parceria em grandes projetos.

Ao Dr. Guilherme de Souza Moura pela concessão do material de estudo.

Aos meus pais pela força disposta que nos uniu nesse momento de luta de nossas vidas.

Aos meus irmãos Tatiane, Marcio e Alex por serem meus companheiros de lutas e glórias sempre.

À minha sobrinha Vitória por adoçar sempre os meus dias.

Aos meus amigos Karine, Nayara, Pilar, Thiago, Adriana, Ariadna, Tatiana, Cris, Kelly, Namíbia, Rosane, Stella, e Isabela, por dividir com vocês sempre os melhores momentos.

À Talita pela amizade e colaboração constante a todo momento no laboratório.

Aos colegas e amigos de laboratório André, Régis, Carlos, Thiago, Sâmela, Daiane, Thaís, em especial Maíra e Maria pelos momentos de descontração.

Aos funcionários Elizzandra, Elizângela, Geraldo, Zezinho e Cláudio pela colaboração e disposição sempre que precisei, com muito carinho.

À todos de coração o meu muito obrigada!!!

RESUMO

A ingestão de alimentos enriquecidos com ácidos graxos poliinsaturados (PUFAs) da série ômega-3 vem sendo difundida nas últimas décadas. A elevação dos níveis dos ácidos eicosapentanóico (EPA) e docosaexanóico (DHA) pode ser obtida por meio do enriquecimento da alimentação dos animais criados em cativeiro, manipulando-se a composição dos ácidos graxos da dieta. O objetivo deste trabalho foi avaliar dietas contendo a inclusão da microalga *Schizochytrium* sp. no desempenho produtivo e composição bromatológica de juvenis de piauí. O experimento foi conduzido no Laboratório de Aquicultura e Ecologia Aquática do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, em Diamantina – MG. Foram utilizados 300 juvenis de piauí com peso médio e comprimento total médio de $11,80 \pm 1,08$ g e $9,68 \pm 0,31$ cm, respectivamente. Os peixes passaram por sete dias de adaptação ao ambiente e neste período foram alimentados com a ração do tratamento controle. Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (0, 10, 20, 30 e 40 g de *Schizochytrium* sp. kg^{-1}) e quatro repetições, com sete juvenis estocados por aquário, totalizando em 20 parcelas experimentais. Avaliou-se aos 60 dias de experimento os parâmetros de desempenho produtivo: ganho de peso (g), biomassa final (g), consumo de ração (g), conversão alimentar, taxa de crescimento específico (TCE) ($\% \text{ dia}^{-1}$), sobrevivência (%) fator de condição (K), e parâmetros bromatológicos da carcaça: matéria seca (MS), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB), cálcio (Ca) e fósforo (P). Foi observado efeito linear crescente ($p < 0,05$) para os parâmetros de ganho de peso, biomassa final e sobrevivência. Para conversão alimentar observou-se efeito quadrático ($p < 0,05$) com o melhor nível de $33,5 \text{ g kg}^{-1}$ de inclusão da microalga. Quanto às análises bromatológicas da carcaça, não foram observados ($p > 0,05$) diferenças para matéria seca, matéria mineral, extrato etéreo, exceto para a proteína bruta, cálcio e fósforo que apresentaram efeito linear decrescente ($p < 0,05$). Conclui-se que a inclusão acima de 30 g de *Schizochytrium* sp. kg^{-1} na ração melhora o desempenho de piauí.

PALAVRAS CHAVE: Espécie nativa. Lipídeos. Suplementação. Thraustochytriaceae.

ABSTRACT

The food intake enriched with polyunsaturated fatty acids, omega-3 series, has been widespread in the recent decades. The increase of the EPA and DHA levels can be obtained by enriching the animals feed raised in captivity, by manipulating the fatty acids composition of dietary. This study aimed to evaluate diets with the inclusion of algae *Schizochytrium* sp. in the productive performance and chemical composition of piau juveniles. The experiment was conducted in the Aquaculture Laboratory of Aquatic Ecology Department of Animal Science of UFVJM in Diamantina - MG. Three hundred piau juvenile with mean weight and total length of 11.80 ± 1.08 g and 9.68 ± 0.31 cm respectively, were subjected. Fishes passed for seven days of adaptation and were fed with the control feed treatment. A completely randomized design was used with five treatments (0, 10, 20, 30, and 40 g of *Schizochytrium* sp. Kg⁻¹), and four replications, with seven juveniles were stocked through aquariums, totaling 20 experimental units. It was evaluated at 60th day of experiment the performance parameters such as weight gain (g), final biomass (g), feed intake (g), feed conversion, TCE (% day⁻¹), survival (%) and condition factor (K), and bromatological parameters of the carcass: Dry matter (DM), mineral matter (MM), ethereal extract (EE), crude protein (CP), calcium (Ca) and phosphorus (P). Increasing linear effect ($p < 0.05$) was observed for the parameters of weight gain, final biomass and survival. For food conversion, a quadratic effect was observed ($p < 0.05$) with the best level of 33.5 g kg⁻¹ inclusion of the microalgae. Regarding the bromatological analyzes of the carcass, differences were not observed ($p > 0.05$) for dry matter, mineral material, ethereal extract, except for crude protein, calcium and phosphorus, which presented a linear decreasing effect ($p < 0.05$). It is concluded that the above inclusion of 30 g of *Schizochytrium* sp. Kg⁻¹ in the diet improves the performance of piau.

Keywords: Lipids. Native species. Supplementation. Thraustochytriaceae.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1-	Perfil nutricional da <i>Schizochytrium</i> sp.....	17
Tabela 2-	Perfil lipídico da <i>Schizochytrium</i> sp.....	18
Artigo 1	Juvenis de piau alimentados com dietas contendo a microalga <i>Schizochytrium</i> sp.	26
Tabela 1-	Composição das dietas experimentais.....	30
Tabela 2-	Valores (média e desvio padrão) de parâmetros de qualidade de água durante o período experimental de juvenis de piau alimentados com diferentes níveis de <i>Schizochytrium</i> sp.....	32
Tabela 3-	Desempenho de juvenis de piau alimentados com rações contendo diferentes níveis de <i>Schizochytrium</i> sp.....	33
Tabela 4-	Análise bromatológica corporal de juvenis de piau alimentados com rações contendo <i>Schizochytrium</i> sp.....	35

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL.....	09
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	11
	2.1. PIAU.....	11
	2.2. ÁCIDOS GRAXOS ÔMEGA 3 E 6 NA NUTRIÇÃO DE PEIXES.....	12
	2.3. IMPORTÂNCIA DO ÔMEGA 3 NA ALIMENTAÇÃO DE PEIXES.....	13
	2.4. PRINCIPAIS FONTES DE ÁCIDOS GRAXOS.....	14
	2.5. ENRIQUECIMENTO DA DIETA DE PEIXE COM ÔMEGA 3.....	16
	2.6. <i>SCHIZOCHYTRIUM</i> SP. NA NUTRIÇÃO DE PEIXES.....	16
3	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	20
4	ARTIGO.....	26
4.1	JUVENIS DE PIAU ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO A MICROALGA <i>SCHIZOCHYTRIUM</i> sp.....	26
	1 INTRODUÇÃO	28
	2 MATERIAL E MÉTODOS	29
	3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
	4 CONCLUSÕES	37
	5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38

1. INTRODUÇÃO GERAL

A piscicultura Brasileira tem crescido continuamente ao longo dos anos. Segundo dados da Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO, 2013), o consumo per capita de pescado pelo brasileiro em 2013 foi de 14,5 quilos por pessoa por ano. A produção nacional estimada para 2023 é de 2,45 milhões de toneladas, sendo 2,06 bilhões consumidos no mercado interno pelos 227,4 milhões de habitantes. Este panorama mostra que a taxa de crescimento da produção é de 4,61% ao ano até 2023 (MPA, 2013). O Brasil é considerado um dos países de maior destaque em relação ao crescimento aquícola, isso devido a uma série de fatores tais como um imponente mercado doméstico, uma excelente produção de grãos, uma indústria de rações estabelecida, um clima tropical bastante favorável, com boa disponibilidade hídrica e áreas propícias para a construção de tanques e açudes (DE OLIVEIRA, 2015).

O piau (*Leporinus friderici*) é uma espécie reofílica de reprodução periódica e hábito alimentar onívoro, encontrado na bacia do Paraná, que tem o seu cultivo considerado promissor devido a excelente aceitabilidade do peixe ao arraçoamento, por ser muito explorado pela pesca esportiva e extrativista e por ter uma carne de sabor diferenciado bastante procurada pelo consumidor. Entretanto, devido às poucas informações zootécnicas, a exploração intensificada do piau ainda é dificultada (BRAGA, 2001).

Estudos com a nutrição humana e animal tem investigado as relações entre as substâncias presentes na dieta e o desenvolvimento de doenças. Nesse contexto, distúrbios cardiovasculares estão relacionados ao consumo elevado de lipídeos, sobretudo na forma de óleos trans-insaturados, gorduras saturadas e colesterol, comumente presentes em alimentos de origem animal. Por outro lado, algumas classes lipídicas trazem benefícios à saúde, como os ácidos graxos poliinsaturados (PUFAs) (RIBEIRO et al., 2007).

Trabalhos com a incorporação de microalgas, fontes de PUFAs, em dietas de peixes de água doce são uma alternativa viável para melhorar o desempenho zootécnico do pescado e refletir em seu valor nutricional (RICHMOND, 2004). Dentre os produtos com maiores níveis de PUFA's, as microalgas fotossintetizantes são organismos constituídos de quantidades elevadas de ácido docosahexaenóico (HAREL et al., 2002).

A *Schizochytrium* sp. é uma microalga, de origem marinha, unicelular, que tem demonstrado ser uma fonte alternativa promissora de ácidos graxos poliinsaturados (CARTER et al., 2003).

Estudos com a utilização da microalga *Schizochytrium* sp. incorporada em rações demonstrou melhora no desempenho produtivo e sobrevivência de peixes (MILLER et al., 2007; GANUZA et al., 2008).

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho produtivo e a composição bromatológica da carcaça de juvenis de piau alimentados com dietas suplementadas com diferentes níveis da alga *Schizochytrium* sp..

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 PIAU

O piau inicialmente classificado como *Leporinus copelandii* (STEINDACHER, 1875), é um representante da ordem Characiformes, família Anastomidae, que após revisão de gênero realizada por Garavello (1979) foi definitivamente classificada como *Leporinus friderici*.

Predominante da América do Sul, o piau *L. friderici* é encontrado na Bacia do Prata, Amazônica Sudeste e Nordeste do Brasil (GARAVELLO, 1979), sendo uma espécie caracteristicamente migradora e típica de ambientes lóticos, apesar de poder reproduzir-se em ambientes lênticos e semilóticos (BRAGA, 2001). É considerada uma espécie de grande valor econômico podendo ultrapassar os 45 cm de comprimento (GODOY, 1975). De hábito alimentar onívoro (CASTAGNOLLI, 1992), apresenta uma dieta diversificada, com presença de itens vegetais e animais com diferentes graus de importância como vegetais superiores (HAHN et al., 1997), insetos detritos e peixes de pequeno porte (DURÃES et al., 2001).

Os piaus machos iniciam a vida reprodutiva a partir do segundo ano de vida e as fêmeas a partir do terceiro ano, e seu período reprodutivo estende-se de novembro a janeiro (GODOY, 1975), realizando migração e desova total (NAKATANI et al., 2001). A fecundação é externa, e não possuem cuidado parental (BARBIERI & GARAVELLO, 1981; VAZZOLER, 1996).

No que diz respeito à alimentação artificial o piau aceita prontamente a ração e o alimento preparado desde as primeiras fases de vida. Estudando o comportamento alimentar com piaus desde juvenis até a fase adulta em sistema de tanque-rede, Zaniboni Filho et al. (1993), observaram a captura ativa de grãos de ração desde a superfície até o fundo do tanque.

De maneira geral as espécies do gênero *Leporinus* são bastante agitadas, o que requer maior cuidado no manejo. Caracterizada como espécie saltadora, seu manejo em cativeiro pode ser caracterizado como bastante estressante, por se tratar de um animal indócil, o hábito de saltar pode acarretar em ferimentos e mortalidade exacerbada. Por ser um peixe de cardume necessita de uma mínima densidade de estocagem para reduzir o estresse e maximizar o desempenho (BALDISSEROTTO & GOMES, 2010). Espécies do gênero *Leporinus* tem uma grande aceitação no mercado sendo bastante conhecidos, por pescadores comerciais, esportivos e colecionadores de peixes ornamentais. Além de grande beleza dos

juvenis, possui também excelente qualidade de carne com um bom rendimento de filé quando atinge entre 600 e 800 g de peso total (COSTA et al., 2002).

2.2 ÁCIDOS GRAXOS ÔMEGA 3 E 6 NA NUTRIÇÃO DE PEIXES

Nos peixes, a fração lipídica é composta por um alto teor de ácidos graxos insaturados (AIURA, 2003). Dentre estes existem duas séries essenciais as quais os animais e os seres humanos não podem sintetizar e devem ser suplementando na dieta, que são os ômega-3 (n-3) e ômega-6 (n-6), que contém de 18 a 22 carbonos. A série n-6 é derivada do ácido linolêico (LA) e a série n-3, do ácido alfa linolênico (ALN). A partir destes ácidos graxos poliinsaturados (PUFAs- polyunsaturated fatty acids), são sintetizados os ácidos araquidônico (AA), eicosapentanoico (EPA) e docosaexanoico (DHA). O (DHA) e o (EPA) são comumente encontrados em óleos de peixe ou também sintetizados pelo homem e pelos animais somente por meio da dessaturação e alongamento da cadeia do ácido alfa linolênico (MURRAY et al., 2002).

Alguns nutrientes presentes nos tecidos de peixes podem ter seu perfil alterado de acordo com a modificação da dieta, como os teores de gordura, proteína e o perfil de ácidos graxos. Os peixes apresentam em média, 70 a 80% de água, 20 a 30% de proteína, 2 a 12% de lipídeos, e, em quantidades menores, carboidratos e minerais, tudo isso podendo variar de acordo com a espécie, idade, condição fisiológica, alimentação e condições ambientais (WEATHERLEY & GILL, 1987). No entanto, existem diferenças entre espécies marinhas e de água doce. Peixes marinhos das regiões temperadas ou subtropicais como salmão, bacalhau, arenque, entre outros, são caracterizados por baixos níveis de LA e ALN, mas com altos níveis de ácidos graxos altamente insaturados (HUFA) de cadeia longa n-3 (LOTTEMBERG, 1992), quando comparados com os peixes de água doce, pois espécies marinhas possuem maior presença da série n-3 na sua cadeia alimentar (OLSEN, 1998). Entretanto, peixes de água doce parecem ter uma maior capacidade quando comparados às espécies marinhas, em alongar e dessaturar ácidos graxos, sintetizados por algas ou plantas em EPA e DHA (MOREIRA et al., 2001).

Moreira et al. (2001) investigando a composição de ácidos graxos de três espécies brasileiras de peixes de água doce, observaram que todas apresentavam uma predominância de ácido oléico (38,3 a 47,8%), seguido do ácido palmítico (21,9 a 26,62%) e do ácido esteárico (8,32 a 15,61%). A quantidade de ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 obtida para piraputanga (*Brycon microlepis*), piracanjuba (*Brycon orbignyanus*) e para matrinxã

(*Brycon cephalus*) foi de 3,61%, 3,06% e 1,68%, respectivamente. Huang et al. (1998), avaliando a porcentagem do lipídeo total do músculo de tilápia híbrida (*Oreochromis niloticus* x *Oreochromis aureus*) alimentada com várias fontes de lipídeos, verificaram que a composição em ácidos graxos musculares refletiu a composição lipídica das dietas, obtendo 17,2% de ácido linoléico e 3,8% de ácido docosahexaenóico, em peixes alimentados com dietas contendo óleo de soja.

O perfil de ácidos graxos dos peixes de água doce pode ser altamente influenciados pela dieta (AIURA, 2003). Bertechini (2012) afirma que a presença destes ácidos nos tecidos animais está diretamente relacionado a quantidade destes consumido na dieta. Esta peculiaridade vem sendo pesquisada com o intuito de alcançar melhores relações n-3/n-6 no músculo de peixes, por meio da manipulação da dieta.

2.3 IMPORTÂNCIA DO ÔMEGA-3 NA ALIMENTAÇÃO DE PEIXES

Os lipídios, juntamente com sua dinâmica, são fundamentais para a saúde, sobrevivência e sucesso das populações de peixes (ADAMS, 1998). As funções destas moléculas no crescimento dos peixes estão bem definidas, sendo elas: energéticas, estruturais, hormonais, precursores de eicosanóides e bioquímicas, entre outras (HALILOGLU et al., 2003). Dentre os lipídios, os ácidos graxos poliinsaturados são requeridos para um crescimento e desenvolvimento normais, principalmente através da manutenção da integridade estrutural e funcional das membranas (SARGENT et al., 1999), e a sua importância é destacada pois nos lipídios, os ácidos graxos linoléico e linolênico não podem ser sintetizados pelos peixes e, portanto, devem ser incorporados na dieta (BELL, 1998).

As necessidades destes ácidos graxos para as diversas espécies de peixes vêm sendo estudadas desde os anos 60 (NICOLAIDES & WOODALL, 1962). A pesquisa nesta área está concentrada nas quantidades e relações de famílias n-3 e n-6 na dieta, e como elas influenciam a capacidade das enzimas (desaturases e elongases) em promover a produção de ácidos graxos altamente insaturados (HUFAs) partindo dos seus precursores (SARGENT et al., 1999 ; ZHENG et al., 2004).

A composição, a distribuição e a relação entre as séries n-3 e n-6 nos peixes são influenciadas basicamente por três fatores: genéticos (espécie, etapa de desenvolvimento, entre outros), ambientais (temperatura e salinidade) e, fundamentalmente nutricionais (JUSTI et al., 2003).

As exigências dietéticas de alguns ácidos graxos para peixes são variáveis, conforme a espécie (NRC, 1993). As variações das exigências de ácidos graxos essenciais para as diferentes espécies de peixes são, aparentemente, originárias tanto da dieta como de adaptações metabólicas a diferentes habitat (SARGENT et al., 1999). Para tanto, conhecer a quantidade dos ácidos graxos desses peixes, em habitat natural, é essencial para o cultivo.

Algumas espécies requerem n-3, n-6 ou ambos, outras podem converter ácidos graxos insaturados de cadeias longa em PUFA's de cadeias menores, enquanto muitas espécies não o fazem e, portanto, devem consumi-los na dieta. Espécies tropicais, como as tilápias, por exemplo, têm exigência maior de ácidos graxos da série n-6 em relação aos da série n-3. Já as espécies de água fria, como as trutas, apresentam uma maior exigência de n-3 podendo converter o ALN em EPA e DHA.

No início da década de 80, pesquisas utilizando alimentos vivos na alimentação de peixes marinhos no período larval evidenciou que o valor nutricional desses alimentos estavam relacionados com seu conteúdo em PUFA (WATANABE, 1987). A partir disto várias técnicas de enriquecimento foram desenvolvidas afim de promover elevação dos níveis de ácidos graxos altamente insaturados e de ômega-3 em presas vivas. Utilizando estas técnicas de enriquecimento, estudos foram conduzidos para avaliar os efeitos da ingestão destas presas vivas enriquecidas por diversas espécies de peixes marinhos (ARANA, 1999). Esses estudos, juntamente com o uso de microdietas, mostraram que o peixe em fase inicial de desenvolvimento demanda de níveis mais altos de ácidos graxos altamente insaturados e de ômega-3, do que peixes adultos. (WATANABE et al., 1983).

O perfil de ácidos graxos da dieta também pode influenciar a resistência às doenças e parasitas e contribuir com a higidez dos peixes. Ácidos graxos poliinsaturados possuem potente atividade imunomoduladora, como ressaltado por Vargas et al. (2008), que utilizaram dietas contendo óleo de peixe, na alimentação de alevinos de jundiá, e observaram maiores taxas de sobrevivência.

2.4 PRINCIPAIS FONTES DE ÁCIDOS GRAXOS

Existem várias fontes de lipídios que podem ser utilizadas na alimentação animal. Sendo as de origem animal o sebo bovino, banha suína, óleo de aves, óleo de peixes, óleo de fígado de bacalhau e as de origem vegetal o óleo de canola, girassol, coco, milho, linhaça, palma, algodão, amendoim, canola e soja (NRC, 1993). O ácido α -linolênico presente em

óleos vegetais, como os de linhaça, de soja e de canola, representa uma das fontes de ácidos graxos poliinsaturados, entre eles, o EPA e o DHA.

As microalgas são constituídas em, cerca de, 37,3% de fibra em sua composição, na qual 84,8% destas são consideradas solúveis (FLEURY ; LAHAYE, 2006). O alto teor de fibras solúveis, a habilidade de produzir elevada quantidade de ácidos graxos de cadeia curta a partir das fibras solúveis e a alta concentração de ácidos graxos n-3 fazem das microalgas uma fonte promissora de alimento funcional a ser explorada (AZAZA et al., 2007).

Alguns estudos demonstram que a suplementação dietética com óleos de peixes marinhos aumentam consideravelmente o teor de n-3 no tecido muscular de *Ictalurus punctatus* (MORRIS et al., 1995; MANNING et al., 2007).

Wing-Keong & Yan (2011) trabalharam com dietas contendo 9,16% de óleo de peixe, palma ou linhaça para reprodutores de tilápia GIFT e observaram que o melhor valor de eclodibilidade (48%) e menor porcentagem deformidade dos ovos (1%) foram obtidos com a dieta contendo óleo de peixe.

Os lipídios presentes em ovos de peixes marinhos são ricos em n-3 ácidos graxos altamente insaturados - HUFA, normalmente com níveis mais elevados do que em outras partes do corpo como olhos e cérebro (SARGENT et al., 1999). Já em peixes de água doce os ovos apresentam maior quantidade de n-6 do tipo PUFA, 20:04 n-6 e 18:2 n-6 (ANDERSON et al., 1990). Estes ácidos graxos poliinsaturados exercem importantes funções durante a fase embrionária e início do desenvolvimento larval, tais como: estrutural da membrana plasmática e fonte de energia (RAINUZZO, 1993).

O ácido docosahexaenóico (DHA) recebe grande atenção devido ao seu efeito visivelmente nutricional benéfico para seres humanos (RATLEDGE, 2004 ; SINCLAIR et al., 2005). A produção e comercialização de microalgas heterotróficas com grandes concentrações de DHA, tais como *Cryptothecodinium cohnii*, *Schizochytrium*, e *Ulkenia* tem se apresentado de maneira crescente (RATLEDGE, 2004). Entre estas microalgas, a *Schizochytrium* sp., um Thraustochytrid no reino de Stramenopila, vem se destacando por alcançar um cultivo de alta densidade celular (BAILEY et al., 2003). Estes PUFAS de origem microalgal têm um mercado muito promissor na biotecnologia, em especial na indústria de alimentos funcionais (BERTOLDI et al., 2008). Segundo esses autores, as microalgas são cultivadas de forma contínua em curto tempo, requerendo pequenas áreas para seu cultivo, cuidados simples, tais como: reposição mineral, controle de pH, luminosidade, sendo que uma das principais vantagens é que em seu cultivo as mesmas dispensam a utilização de agrotóxicos.

2.5 ENRIQUECIMENTO DA DIETA DE PEIXES COM ÔMEGA-3

A crescente preocupação dos consumidores em relação à alimentação e as inferências desta na saúde humana faz com que a qualidade dos alimentos passe a ser um fator decisivo na escolha do produto (KRISCHKEL ; TOMIELLO, 2009). Alimentos acrescidos de ácidos graxos, principalmente da série ômega-3, têm tido grande aceitação no mercado (OLIVEIRA SARTORI & AMANCIO, 2012). Encontrar maneiras de enriquecê-los por meio de modificações na alimentação dos animais, pode ser uma forma viável de agregar valores aos alimentos, tornando-os nutricionalmente saudáveis. Uma maneira prática de enriquecer a alimentação de peixes criados em cativeiro é pelo uso de alimento natural, que pode ser obtido por meio de algas que modificam o perfil lipídico da dieta e consequentemente a composição do tecido animal (RICHMOND, 2004).

A utilização de microalgas ricas em ácidos graxos poliinsaturados como suplementação alimentar em dietas de tilápias tem demonstrado melhora no sistema imunológico dos animais (MOREIRA et al., 2010). Estas microalgas também vem proporcionando melhorias nos parâmetros de desempenho tais como maior índice de sobrevivência e aumento na taxa de crescimento dos peixes (LU & TAKEUCHI, 2004). A composição de ácidos graxos poliinsaturados em peixes tem recebido muita atenção, em função de suas implicações na saúde humana. Atualmente, recomenda-se um alto consumo de ácidos graxos poliinsaturados, especialmente os da série ômega-3 (DEPARTMENT OF HEALT, 1994). Existem várias pesquisas que destacam a importância de uma dieta à base de peixes, devido a esses alimentos serem ricos em DHA e EPA (ômega- 3). Isto porque o corpo humano possui pouca habilidade de converter PUFAs em EPA e DHA, ocorrendo com baixa eficiência, cerca de 10 a 15% (EMKEN et al., 1994).

2.6 *SCHIZOCHYTRIUM* sp. NA NUTRIÇÃO DE PEIXES

A *Schizochytrium* sp. é uma microalga unicelular, heterotrófica pertencente a família Thraustochytriaceae, de fácil cultivo quando comparada às outras microalgas de mesma estrutura celular (LEWIS et al., 1999 ; GANUZA et al., 2008). De habitat especificamente marinho essa microalga tem como característica uma alta produção de ômega-3 (RATLEDGE, 2004) e principalmente com uma produção de DHA chegando em torno de 48,95% de sua produção lipídica total (REN et al., 2010).

A indústria aquícola vem pesquisando esta microalga como potencial produtora de fonte alternativa lipídica enriquecida com ácidos graxos de cadeia longa para alimentação de peixes ósseos de água doce (BARCLAY & ZELLER, 1996). A *Schizochytrium* sp. recebe grande destaque no que diz respeito ao seu valor nutricional como observado nas tabelas 1 e 2.

Tabela 1–Perfil nutricional da *Schizochytrium* sp.

Perfil nutricional	Valores
Umidade (%)	3,70
Extrato etéreo (%)	50
Fibra bruta (%)	0,9
Carboidratos (%)	24,88
Proteína (%)	19,22
Principais Minerais, %	
Cinzas totais	3,67
Sódio	0,10
Fósforo	0,47
Enxofre	0,74
Potássio	0,55
Cálcio	0,34
Minerais, ppm	
Ferro	13
Cobre	2
Zinco	36
Selenio	0,13
Perfil Glicérico, %	
Diglicerídeos	4,69
Glicerol	<1,0
Monoglicerídeos	3,81
Triglicerídeos	85,80

Fonte: Alltech Inc.

Tabela 2–Perfil lipídico da *Schizochytrium* sp.

Perfil de Ácidos Graxos	
Ácidos Graxos	% teor de ácido
Ácido alfa-linoleico, araquidônico, beénico, caprílico, capróico*	<0,10
Ácido cáprico, eicosatrienólico, docosapentaenólico, eicosenólico*	<0,10
Ácido nanóico, elaidico, gama-linoléico, heneicosanoico*	<0,10
Ácido heptanóico, lignocérico, homo-gama-linoleico, láurico*	<0,10
Ácido linoleico, linolelaidico, margaroleico, eicosadienólico*	<0,10
Ácido nonadecanóico, nervônico, tricosanóico, oleico, vacénico*	<0,10
Ácido palmitoleico, pentadecanóico, tridecanóico, undecanóico*	<0,10
Ácido araquídico	0,28
Ácido docosadienólico	0,43
Ácido docosahexaenólico	27,20
Ácido eicosapentaenólico	0,28
Ácido esteárico	1,80
Ácido erúcico	0,53
Ácido margárico	0,63
Ácido mirístico	3,86
Ácido miristoleico	1,60
Ácido palmítico	54,69
Desconhecido	0,71

*O valor indicado na tabela (< 0,10) é o valor que cada ácido graxo apresentou.

Fonte: Alltech Inc.

Menghe et al. (2009) observaram em experimento com bagre americano (*Ictalurus punctatus*), que a adição de 1,0% de microalgas secas (*Schizochytrium* sp.) na alimentação dos peixes lhes conferiram um maior ganho de peso quando comparados aos animais alimentados com ração basal (sem microalgas). Estudos realizados com o óleo extraído da microalga *Schizochytrium* sp. demonstrou melhorias no crescimento de Salmão do Atlântico em substituição ao óleo de peixe marinho (MILLER et al., 2007). A mesma microalga quando utilizada para a suplementação de larvas de *Sparus aurata* demonstrou ser uma boa fonte para deposição dos ácidos graxos do tipo n-3 em larvas desta espécie (GANUZA et al., 2008).

Em peixes Garcia et al. (2009) propõem que tilápias submetidas a alimentação contendo microalgas demonstraram melhora no ganho de peso, isto devido a presença de alginas e polissacarídeos, que são conhecidos por melhorar o sistema de defesa natural e colaborador da flora intestinal. A presença destes constituintes colabora na manutenção das vilosidades intestinais favorecendo, portanto o processo de absorção de nutrientes.

Logo a utilização de microalgas como as do tipo *Schizochytrium* sp. quando utilizada na suplementação alimentar de peixes, pode ser uma alternativa promissora do ponto de vista nutricional e de desempenho de espécies de água doce.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, M. S. Ecological role of lipids in the health and success of fish populations. In: ARTS, M. T.; WAINMAN, B. C. **Lipids in fresh water ecosystems**. New York : Springer-Verlag. cap. 7, p. 132-160, 1998.

AIURA, F.S. **Efeito do tanino sobre a deposição lipídica, composição em ácidos graxos e rendimento de filé de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal, 2003, 55p.

ANDERSON, A. J.; ARTHINGTON, A. H.; ANDERSON, S. Lipid classes and fatty acid composition of the eggs of some Australian fish. **Comparative Biochemistry and Physiology**, New York, v. 96, n. 2, p. 267-270, 1990.

ARANA, L.V. **Manual de producción de Artemia (quistes e biomassa) em módulos de cultivo**. México: [s.n.], 1999, 78p.

AZAZA, M.S.; MENSI, F.; KSOURI, J.; DHRAIEF, M. N.; BRINI, B.; ABDELMOULEH, A. & KRA, M.M.. Growth of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) fed with diets containing graded levels of green algae ulva meal (*Ulva rigida*) reared in geothermal waters of Southern Tunisia. **Journal of Applied Ichthyology**, v.24, n.2, p.202-207, 2007.

BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L.C. **Espécies nativas para piscicultura no Brasil**. Santa Maria: UFSM. 2010, 75p.

BAILEY, R.B.; DIMASI, D.; HANSEN, J.M.; MIRRASOUL, P.J.; RUECKER, C.M.; VEEDER, G.T.; KANEKO, T.; BARCLAY, W.R.. Enhanced production of lipids containing polyenoic fatty acid by very high density cultures of eukaryotic microbes in fermentors. **US Patent 6607900**. 2003.

BARBIERI, G.; GARAVELLO, J.C. Sobre a dinâmica da reprodução e da nutrição de *Leporinus friderici* (Bloch, 1794) na represa do Lobo, Brotas-Itirapina, SP (Pisces, Anostomidae). In: Seminário Regional de Ecologia, 2., 1981, São Carlos. **Anais...** p.347-387, 1981.

BARCLAY, W.; ZELLER, S.. Nutritional enhancement of n-3 and n-6 fatty acid in rotifers and *Artemia* nauplii by feeding spray-dried *Schizochytrium* sp. **Journal of the World Aquaculture Society**, p. 314–322, 1996.

BELL, J.G. Current aspects of lipid nutrition in fish farming. In: BLACK, K. D., PICKERING, A. (Eds), **Biology of Farmed Fish**. Sheffield: Sheffield Academic Press, p.114-145, 1998.

BERTECHINI, A. G. **Nutrição de monogástricos**. Lavras, MG.: Universidade Federal de Lavras, v. 1, 2012.

BERTOLDI, F. C.; SANT'ANNA, E.; OLIVEIRA, J. L. B. REVISÃO: BIOTECNOLOGIA. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 26, n. 1, 2008.

BRAGA, F. M. D. S.. Crescimento e mortalidade de *Leporinus friderici* (Ostariophysi, Anostomidae) na represa de Volta Grande, rio Grande, localizada entre os Estados de Minas Gerais e São Paulo. **Acta Scientiarum**. vol. 23, n. 2, p. 415-420, 2001.

CARTER, C. G.; BRANSDEN, M. P.; LEWIS, T. E.; NICHOLS, P. D. Potential of Thraustochytrids to partially replace fish oil in Atlantic salmon feeds. **Marine Biotechnology**, v.5, p. 480–492, 2003.

CASTAGNOLLI, N. **Piscicultura de água doce**. São Paulo: FUNEP. 1992, 189p.

COSTA, A.P.R. et al. Rendimento de filé de piau-vermelho (*Leporinus copelandii* Steindacher, 1875) coletados em ambiente natural. In: Simpósio Brasileiro de Aquicultura, 12., 2002, Goiás. **Resumos...**, 2002, 244p.

DE OLIVEIRA, R. C. O panorama da aquicultura no Brasil: a prática com foco na sustentabilidade. **Revinter Revista de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade**, v. 2, n. 1, 2015.

DE OLIVEIRA SARTORI, A. G.; AMANCIO, R. D. Pescado: importância nutricional e consumo no Brasil. **Segurança alimentar e nutricional**, v. 19, n. 2, p. 83-93, 2012.

DEPARTMENT OF HEALTH. Nutritional aspects of cardiovascular disease. London : H. M. **Stationery Office**. Report on health and social subjects n. 46, 1994.

DURÃES, R.; POMPEU, P. S.; GODINHO, A. L. Alimentação de quatro espécies de *Leporinus* (Characiformes, Anostomidae) durante a formação de um reservatório no sudeste do Brasil. **Iheringia, Série zoologia**, v.90, p. 183-191, 2001.

EMKEN, E. A.; ADLOF, R. O.; GULLEY, R. M. Dietary linoleic acid influences desaturation and acylation of deuterium-labeled linoleic acids in young adult males. *Biochimica et Biophysica Acta : BBA. Lipids and Lipid Metabolism*, v.1213, p.277-288, 1994.

FLEURY, N. & LAHAYE, M.. Chemical and physicochemical characterization of fibres from *Laminaria digitata* (kombu breton): a physiological approach. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. v.55, n.3, p.389-400, 2006.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS.. The state of world fisheries and aquaculture. **Fisheries and Aquaculture Department**, Rome: FAO, 2013, 134p.

GANUZA, E.; BENITEZ-SANTANA, T.; ATALAH, E.; VEGA-ORELLANA, O.; GANGA, R.; IZQUIERDO, M.S. *Crypthecodinium cohnii* and *Schizochytrium* sp. as potential substitutes to fisheries-derived oils from seabream (*Sparus aurata*) microdiets. **Aquaculture** v.277, p.109–116. 2008.

GARAVELLO, J.C.R. **Revisão taxonômica de gênero *Leporinus* Spix, 1829 (Ostariophysi Anostomidae)**. 1979, 123f. Tese (Doutorado em zoologia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1979.

GARCIA, F.; ABIMORAD, E.G.; SCHALCH, S.H.C. *et al.* Desempenho produtivo de tilápias-do-Nilo alimentadas com suplemento alimentar à base de algas. **Bioikos**, v.23, p.83-89, 2009.

GODOY, M.P. **Peixes do Brasil, subordem Characoidei: bacia do rio Mogi Guassu**. Piracicaba: Franciscana, v. 4, 1975.

HAHN, N. S. *et al.* Ecologia trófica. In: VAZZOLER, A.E. A. de M. *et al.* (Ed.). A planície de Inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos. Maringá: **Eduem**,. cap. II.5, p. 209-228, 1997.

HALILOGLU, H.I. *et al.* Comparisons of fatty acid composition in some tissues of rainbow (*Oncorhynchus mykiss*) living in seawater and freshwater. **Food Chemistry**, v.86, p.55-59, 2003.

HAREL, M., KOVEN, W., LEIN, I., BAR, Y., BEHRENS, P., STUBBLEFIELD, J., ZOHAR, Y., PLACE, A.R.,. Advanced DHA, EPA and Ar A enrichment materials for marine aquaculture using single cell heterotrophs. **Aquaculture**, v.213, p.347–362, 2002.

HUANG, C.H.; HUANG, M.C.; LEE, A.C. Characteristics of lipid peroxidation in sarcoplasmic reticulum of tilapia. **Food Science**, v.25, p.104-108, 1998.

JUSTI, K. C. et al. The influence of feed supply time on the fatty acid profile of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed on a diet enriched with n-3 fatty acids. **Food Chemistry**, v.80, p.489-493, 2003.

KRISCHKE, P. J; TOMIELLO, N. O comportamento de compra dos consumidores de alimentos orgânicos: Um estudo exploratório. **Cadernos de Pesquisa Interdisciplinar em Ciências Humanas**, Florianópolis, v. 10, n. 96, p. 27-43, 2009.

LEWIS, T.E., NICHOLS, P.D., AND MCMEEKIN, T.A.. The biotechnological potential of thraustochytrids. **Journal of. Marine Biotechnology**, v.1, p. 580–587, 1999.

LOTTEMBERG, M. P. Dieta na hipereolesteroiemia. In: QUINTÃO. E. (Ed.). **Colesterol e aterosclerose**. Rio de Janeiro: Qualitymarck. p.177-193, 1992.

LU J, TAKEUCHI T. Spawning and quality of eggs of the tilapia *Oreochromis niloticus* fed solely on raw *Spirulina* throughout three generations. **Aquaculture**, v.234, p.625-640, 2004.

MANNING, B.B., LI, M.H., ROBINSON, E.H.,. Feeding channel catfish, *Ictalurus punctatus*, diets amended with refined marine fish oil elevates omega-3 highly unsaturated fatty acids in fillets. **Journal of the World Aquaculture Society**, v.38, p.49–58, 2007.

MENGHE H.; ROBINSON, Edwin H.; CRAIG S. Trucker; MANNING B. Bruce; KHOO Lester. Effects of dried algae *Schizochytrium sp.*, a rich source of docosahexaenoic acid, on growth, fatty acid composition, and sensory quality of channel catfish *Ictalurus punctatus*. **Aquaculture**, v. 292, n. 3, p. 232-236, 2009.

MILLER, M.R., NICHOLS, P.D., CARTER, C.G.,. Replacement of fish oil with thraustochytrid *Schizochytrium sp. L.* oil in Atlantic salmon parr (*Salmo salar L*) diets. **Comp. Biochemistry and Physiology, Part A**, v. 148, p.382–392, 2007.

MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA. INFORMAÇÕES E ESTATÍSTICAS. Disponível em: <<http://bibspi.planejamento.gov.br/handle/iditem/453>> Acesso em 18 Janeiro. 2016.

MOREIRA, A. B. et al. Fatty acids profile and contents of Three Brazilian *Brycon* fresh water fishes. **Journal Food Composition and Analysis**, v.14, p.565-574, 2001.

MOREIRA R. L, COSTA JM, Queiroz RV, Moura PS, Farias WRL. Utilização de *Spirulina platensis* como suplemento alimentar durante a reversão sexual de tilápia do nilo. **Revista Caatinga**, v.23, p.134-141, 2010.

MORRIS, C.A., HAYNES, K.C., KEETON, J.T., GATLIN, D.M.,. Fish oil dietary effects on fatty acid composition and flavor of channel catfish. **Journal of Food Science**, v.60, p.1225–1227, 1995.

MURRAY, R.K.; GRANNER, D.K.; MAYES, P.A. E RODWELL, V.W. - **Harper: Bioquímica**. 9ª ed. São Paulo: Ed. Atheneu, 2002, 860p.

NAKATANI, K. et al. **Ovos e larvas de peixes de água doce**: desenvolvimento e manual de identificação. Maringá: Eletrobras. p. 3787, 2001.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrients requirements of fish. Washington: **National Academy**, 1993.

NICOLAIDES, N. ; WOODALL, A. H. Impaired pigmentation in chinook salmon fed diets deficient in essential fatty acids. **Journal of Nutrition**, v.78, p.431-437, 1962.

OLSEN, Y. Lipids and essential fatty acids in aquatic foods webs: what can freshwater ecologists learn from mariculture. In: ARTS, M. T., WAINMAN, B. C **Lipids in freshwater ecosystems**. cap. 8, p.161-202, 1998.

RAINUZZO, J. R. In “**Fish Farming Technology**,” In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON FISH FARMING TECHNOLOGY, 1º , Trondheim. Proceedings. p. 43–49, 1993.

RATLEDGE, C. Fatty acid biosynthesis in microorganisms being used for single cell oil production. **Biochimie**, v.86, p.807–815, 2004.

REN, L.J.; JI.; X.J.; HUANG, H.; QU, L.; FENG, Y.; TONG, Q.Q.; OUYANG, P.K.. Development of a stepwise aeration control strategy for efficient docosahexaenoic acid production by *Schizochytrium* sp.. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v.87, p.1649–1656, 2010.

RICHMOND, A. (Ed). **Handbook of microalgal culture**: biotechnology and applied phyecology. Oxford: Blackwell Science. 2004, 566p.

RIBEIRO, P. A. P.; BRESSAN, M. C.; LOGATO, P. V. R.; & GONÇALVES, A. C. S. . Nutrição Lipídica para peixes. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.4, n.2, p.436-455, 2007 .

SARGENT, J.G.M. et al. Recent developments in the essential fatty acid nutrition of fish. **Aquaculture**, Amsterdam, v.177, p.191-199, 1999.

SINCLAIR, A.; ATTAR-BASHI, N.; JAYASOORIYA, A.; GIBSON, R.; MAKRIDES, M.. Nutritional aspects of single cell oils: uses and applications of arachidonic acid and docosahexaenoic acid oils. In:Cohen, Z., Ratledge, C. (Eds.), Single cell oils. **AOCS Press, Champaign, Ill.**, p. 182–201, 2005.

VARGAS, R.J.; SOUZA, S.M.G.; KESSLER, A.M. et al. Replacement of fish oil with oils in diets for jundiá (*Rhamdia quelen* Quoy and Gaimard, 1824): effects on performance and whole body fatty acid composition. **Aquaculture Research**, v.39, p.657- 665, 2008.

VAZZOLER, A.E.A. de M. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática** Maringá: EDUEM., 1996, 169p .

ZANIBONI – FILHO, E.; BARBOSA, N.D.; TORQUATO, V.C. Avaliação comparativa da eficiência do tanque-rede no cultivo de piau (*Leporinus friderici* Bloch, 1974) (Teleostei: Anostomidae). **Revista Brasileira de Biologia**, v.53, n.3, p.435-442, 1993.

ZHENG, X. et al. Effects of diets containing vegetable oil on expression of genes involved in highly unsaturated fatty acid biosynthesis in liver of Atlantic salmon (*Salmo salar*). **Aquaculture**, Amsterdam, v.236, p.467-483, 2004.

WATANABE, T. Requerimentos de ácidos graxos y nutrición lipídica en los peces. **Nutrición en Acuicultura II**, v.319, p.99-166, 1987.

WATANABE, T.; KITAJIMA, C.; FUJITA, S. Nutricional values of live organisms used in Japan for mass propagation of fish: a review. **Aquaculture**, v.34, p.115-143, 1983.

WEATHERLEY, A.H.; GILL, H.S. **The biology of fish growth**. London: Academic,, 1987, 443p.

WING-KEONG, N.; YAN, W. Inclusion of crude palm oil in the broodstock diets of female Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, resulted in enhanced reproductive performance compared to broodfish fed diets with added fish oil or linseed oil. **Aquaculture**, v. 314, n. 1, p. 122–131, 2011.

4. ARTIGO

4.1 JUVENIS DE PIAU ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO A MICROALGA *SCHIZOCHYTRIUM* sp.

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho produtivo e a composição bromatológica da carcaça de juvenis de piau alimentados com rações contendo a microalga *Schizochytrium* sp.. Os 140 juvenis de piau (*Leporinus obtusidens*) com peso médio e comprimento total médio de $11,80 \text{ g} \pm 1,08$ e $9,68 \pm 0,31 \text{ cm}$ respectivamente, foram estocados em aquários de 35 L, em uma densidade de 0,2 peixes/litro de água, sete peixes por aquário. Os juvenis foram alimentados com cinco rações com a mesma composição básica, sendo esta a ração controle isenta de *Schizochytrium* sp. e as outras quatro com inclusão de 10, 20, 30 e 40 g de *Schizochytrium* sp. kg^{-1} de ração, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. Aos 60 dias de experimento, os peixes foram submetidos à avaliação dos seguintes parâmetros de desempenho: ganho de peso (g), biomassa final (g), consumo de ração (g), conversão alimentar, taxa de crescimento específico (TCE) ($\% \text{ dia}^{-1}$), sobrevivência (%) e fator de condição de Fulton (%). Também foram avaliados os parâmetros bromatológicos da carcaça: matéria seca, matéria mineral, extrato etéreo, proteína bruta, cálcio e fósforo. As variáveis de desempenho que apresentaram efeito linear crescente ($p < 0,05$) foram ganho de peso, biomassa final e sobrevivência de acordo com o aumento do nível de inclusão da alga. Houve efeito quadrático ($p < 0,05$) para conversão alimentar, apresentando como melhor nível de $33,5 \text{ g kg}^{-1}$ de inclusão da microalga *Schizochytrium* sp. kg^{-1} em rações para juvenis de piau. Quanto às análises bromatológicas corporais, não foram observados ($p > 0,05$) diferenças para matéria seca, matéria mineral, extrato etéreo, exceto para a proteína bruta, cálcio e fósforo que apresentaram efeito linear decrescente ($p < 0,05$). Conclui-se que a inclusão de $33,5 \text{ g}$ de *Schizochytrium* sp. kg^{-1} na ração melhora o desempenho de piau.

Palavras-chave: Espécie nativa, Lipídeos, Suplementação, Thraustochytriaceae

4.1 PIAU JUVENILES FED WITH THE MICROALGAE *SCHIZOCHYTRIUM* sp.

ABSTRACT: The aim of this study was to evaluate the productive performance and the bromatological composition of the carcass of piau juveniles fed with diets containing the microalga *Schizochytrium* sp. . One hundred and forty piau fingerlings (*Leporinus obtusidens*), with average weight and average total length of $11.80 \text{ g} \pm 1.08$ and $9.68 \pm 0.31 \text{ cm}$ respectively, were stored in plastic boxes at a density of 0.2 fish / liter of water. The fingerlings were fed with five diets with the same nutritional composition, being the control diet free of *Schizochytrium* sp., and the other four had include 10, 20, 30 and 40 g of *Schizochytrium* sp. feed kg^{-1} , distributed in a completely randomized design with four replications, and seven fish through aquariums. After 60 days the experiment, animals were subjected to evaluation of the following performance parameters: weight gain (g), final biomass (g), feed intake (g), feed conversion (g g^{-2}), TCE (% day⁻¹) survival (%) and condition factor (K). Also the carcass bromatological parameters were evaluated: dry material (%), mineral material (%), ethereal extract (%), crude protein (%), calcium (%) and phosphorus (%). The performance variables presented a linear increasing effect ($p < 0.05$) for weight gain, final biomass and survival according to the increase of the level of algae inclusion. There was a quadratic effect ($p < 0.05$) for feed conversion, presenting the best level of 33.5 g kg^{-1} of inclusion of the microalgae *Schizochytrium* sp. Kg^{-1} in juvenile rations of piau. Regarding the body bromatological analyzes, no differences ($p > 0.05$) were observed for dry matter, mineral matter, ethereal extract, except for crude protein calcium and phosphorus, which presented a linear decreasing effect ($p < 0.05$). It was concluded that the inclusion of 33.5 g of *Schizochytrium* sp. Kg^{-1} in the diet improves the performance of piau.

Keywords: Lipids. Native species. Supplementation. Thraustochytriaceae.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta uma rica diversidade de peixes de água doce com potencial para o cultivo sendo uma possível fonte de renda.

Os piaus, *Leporinus* sp. (Ostariophysi: Characiformes: Anostomidae) são peixes nativos com grande distribuição nacional, encontrados nas bacias do São Francisco, Paraná, Amazonas, Tocantins Araguaia, Uruguai, Bacia Atlântico Leste e nas bacias hidrográficas do Nordeste brasileiro (BUCKUP et al., 2007).

O piau-verdadeiro *Leporinus obtusidens* é uma espécie de hábito alimentar omnívoro (COPATTI et al., 2008), que migra longas distância para se reproduzir, nativa da Bacia hidrográfica do Rio São Francisco (SATO et al., 2003), encontrada nas bacias dos rios Paraná e Paraguai (COPATTI et al., 2008), importante para a pesca (SATO et al., 2003) e que desperta grande interesse para a piscicultura (COPATTI et al., 2008).

Alguns trabalhos vem demonstrando que a utilização de suplementos alimentares enriquecidos com ácidos graxos poli-insaturados podem melhorar o desempenho produtivo de peixes de água doce (HONORATO et al., 2010).

A microalga heterotrófica *Schizochytrium limacinum* caracterizada por apresentar altas concentrações de ácidos graxos, como os ácidos eicosapentaenóico e linoléico (CAMPOS et al., 2010), e também por possuir elevada capacidade de produzir grandes quantidades de biomassa com significativo conteúdo lipídico, vem se destacando na nutrição de algumas espécies (PEREIRA et al., 2012). A utilização da *Schizochytrium* sp. produzida em escala comercial inserida na ração para alimentação de piau pode ser uma alternativa para melhorar o rendimento de cultivo desta espécie.

Assim sendo, este trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho e a composição bromatológica da carcaça de juvenis piau alimentados com rações enriquecidas com a alga *Schizochytrium* sp..

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Aquicultura e Ecologia Aquática do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, em Diamantina – MG, no período de 12 de Setembro a 10 de Novembro de 2015, com duração total de 60 dias.

Os animais foram submetidos ao período de sete dias, para adaptação com a ração controle. Após este período, foram selecionados 140 juvenis, com peso médio e comprimento total de $11,80 \pm 1,08$ g e $9,68 \pm 0,31$ cm respectivamente. Os juvenis foram estocados em 20 aquários preenchidos com 35 L de água, e uma densidade de $0,2$ indivíduos L^{-1} , contendo sete peixes por aquário, providos de aeração constante e temperatura controlada, em sistema de recirculação de água, biofiltração e filtro ultravioleta (UV).

Para atender ao objetivo proposto, foram formuladas cinco rações à base de milho e de farelo de soja, contendo: 0, 10, 20, 30 e 40 g de *Schizochytrium* sp. kg^{-1} de ração (Tabela 1). Todas as dietas foram processadas no extrusor modelo Inbramaq MX40, sendo produzido um grânulo com diâmetro médio de 2 mm a uma temperatura de $90^{\circ} C$ e subsequente secagem.. Cada tratamento teve quatro repetições cada, em uma densidade de 7 peixes por aquário, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado.

Tabela 1- Composições nutricionais das dietas experimentais (matéria natural)

Ingrediente (%)	Níveis da <i>Schizochytrium</i> sp. (g kg ⁻¹)				
	0	10	20	30	40
Farelo de soja 45%	29,03	29,03	29,03	29,03	29,03
Milho grão	8,62	8,62	8,62	8,62	8,62
Farelo de arroz	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00
Glúten 60%	23,79	23,79	23,79	23,79	23,79
Fosfato bicálcico	3,01	3,01	3,01	3,01	3,01
Calcário calcítico	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Óleo de soja	5,00	4,50	4,00	3,50	3,00
<i>Schizochytrium</i> sp. ¹	0,00	1,00	2,00	3,00	4,00
Inerte (caulin)	4,00	3,50	3,00	2,50	2,00
Premix vitamínico e mineral ²	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
L-lisina	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
Vitamina C	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Sal comum	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Antioxidante ³	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Composição calculada ⁴ e analisada ⁵					
Matéria seca (%) ⁵	89,63	89,32	89,70	89,51	90,32
Proteína bruta (%) ⁵	32,48	32,77	32,51	32,14	32,17
Energia digestível (Kcal kg ⁻¹) ⁴	3100	3100	3100	3100	3100
Fibra bruta (%) ⁴	3,91	3,91	3,91	3,91	3,91
Extrato etéreo (%) ⁵	9,74	9,71	9,50	9,50	9,55
Cálcio total (%) ⁵	1,45	1,28	1,31	1,56	1,40
Fósforo total (%) ⁵	1,64	1,61	1,66	1,69	1,69
Fósforo disponível (%) ⁴	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Lisina total (%) ⁴	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
Ácido linoléico (%) ⁴	3,91	3,91	3,91	3,91	3,91

¹*Schizochytrium* sp. com o nome comercial SP1 da empresa Alltech Inc. ²Suplemento vitamínico e mineral comercial para peixes; níveis de garantia (por kg do produto): vit. A, 1.200.000 UI; vit. B1, 4.800 mg; vit. B12, 4,8 mg; vit. B2, 4.800 mg; vit. B6, 4.800 mg; vit. C, 48 g; vit. D3, 200.000 UI; vit. E, 1.200 mg; vit. K3, 2.400 mg; ác. fólico, 1.200 mg; biotina, 48 mg; pantotenato de cálcio, 12.000 mg; cloreto de colina, 108 g; niacina, 24.000 mg; selênio, 100 mg; iodo, 100 mg; cobalto, 10 mg; cobre, 3.000 mg; ferro, 50.000 mg; manganês, 20.000 mg; zinco, 30.000 mg; veículo Q.S.P., 1.000 g; antioxidante, 25 g. ³BHT – butylated hydroxytoluene.

⁴Valores estimados com base nos coeficientes de digestibilidade dos ingredientes de acordo com Furuya et al. (2000), de energia, de acordo com Boscolo et al. (2002); Pezzato et al. (2002); Furuya et al. (2012). ⁵Análises realizadas no laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFVJM.

Os piaus foram alimentados "*ad libitum*", sendo a oferta das dietas divididas em três refeições diárias (10, 13 e 16 h).

Os aquários foram limpos por sifonamento três vezes por semana. Uma vez por semana os parâmetros de qualidade de água foram mensurados, sendo eles: temperatura (°C), pH, oxigênio dissolvido (mg L^{-1}) e condutividade ($\mu\text{S cm}^{-1}$) com uso de uma sonda (YSI Proplus multi parameter) e a amônia, nitrito e nitrato (mg L^{-1}) determinados segundo a AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (2012).

Aos 60 dias de experimento, os juvenis foram submetidos ao jejum alimentar de 24 horas, para o esvaziamento do trato digestório, foram anestesiados com solução de eugenol 120 mg L^{-1} e posteriormente pesados, para obtenção dos seguintes parâmetros: consumo de ração (g dia^{-1}), peso final (g), ganho de peso (g), conversão alimentar, sobrevivência (%), comprimento total (cm), comprimento padrão (cm) e taxa de crescimento específico TCE (%). Após coleta dos dados de desempenho, os peixes foram abatidos conforme os princípios do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA, 2013).

As carcaças passaram pelo processo de liofilização, em seguida foram moídas, pesadas e encaminhadas para o Laboratório de Análise Bromatológica para análise de matéria seca, matéria mineral, proteína bruta, extrato etéreo, cálcio e fósforo, conforme as metodologias descritas por Silva & Queiroz (2004).

Para avaliação dos efeitos dos níveis de inclusões de *Schizochytrium* sp. nas rações, os parâmetros de desempenho e de composição corporal foram submetidos a análises de variância e de regressão polinomial quadrática e linear a nível de 0,05 utilizando-se o Programa Statistical Analysis System 9.0 (SAS, 2008). Para os parâmetros de qualidade de água foram calculadas médias e desvios padrão para caracterização do ambiente de cultivo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O sistema de recirculação e aeração mantiveram os parâmetros de qualidade de água uniformes durante todo o período experimental (Tabela 2), e dentro das faixas recomendadas para espécies tropicais segundo Arana (2010), não comprometendo assim o desenvolvimento dos peixes.

Tabela 2- Valores (média e desvio padrão) de parâmetros de qualidade de água durante o período experimental de juvenis de piau alimentados com diferentes níveis de *Schizochytrium* sp.

Parâmetros	Médias \pm desvio padrão	CV* (%)
Temperatura (°C)	27,34 \pm 0,93	3,39
pH	7,34 \pm 0,17	2,36
Oxigênio dissolvido (mg L ⁻¹)	4,85 \pm 0,19	3,97
Amônia total (mg L ⁻¹)	0,02 \pm 0,02	3,53
Nitrito (mg L ⁻¹)	0,001 \pm 0,001	2,98
Nitrato (mg L ⁻¹)	0,91 \pm 0,37	4,52
Condutibilidade (μSm cm ⁻¹)	14,1 \pm 4,5	3,58

*CV= coeficiente de variação

Foi observado efeito linear crescente ($p < 0,05$) para os parâmetros de ganho de peso, biomassa final e sobrevivência (Tabela 3) com os níveis de inclusão da *Schizochytrium* sp. nas rações de juvenis de piau. Ao se adicionar 40 g de *Schizochytrium* sp. kg⁻¹, verificou-se melhora de 105,48% e 159,19% para ganho de peso e biomassa dos piaus, respectivamente. Os resultados desse estudo se assemelham aos encontrados por Santos et al. (2015), que observaram um aumento do ganho de peso e da biomassa ao utilizarem os mesmos níveis de inclusão de *Schizochytrium* sp. na dieta de tilápia do Nilo, Similarmente Li et al. (2009) utilizando 0, 0,5, 1,0, 1,5, e 2,0% de *Schizochytrium* sp. na dieta de bagres do canal também observaram diferenças significativas no ganho de peso. Esses resultados são corroborados também por Garcia et al. (2009), ao utilizarem as algas marinhas secas *Laminaria digitata* e *Ascophyllum nodosum* como um complemento alimentar em dietas de tilápias. Os autores relataram que o efeito benéfico dos ácidos graxos ao sistema imune é refletido no melhor funcionamento do trato gastrointestinal resultando em melhor absorção e aproveitamento de nutrientes.

Tabela 3- Desempenho de juvenis de piau alimentados com rações contendo diferentes níveis de *Schizochytrium* sp.

Parâmetros	Níveis de inclusão de <i>Schizochytrium</i> sp. (g. kg ⁻¹)				
	0	10	20	30	40
Peso inicial (g)	11,5 ± 0,87	12,1 ± 1,09	12,0 ± 1,09	11,5 ± 0,90	11,9 ± 1,70
Ganho de peso (g) ¹	41,9 ± 27,40	49,1 ± 20,75	69,9 ± 21,99	71,5 ± 12,93	86,1 ± 17,24
Biomassa (g) ²	256,8±211,13	357,5 ± 165,97	476,2 ± 232,92	545,2 ± 33,99	665,6 ± 158,30
Consumo de ração (g)	61,4 ± 7,63	68,9 ± 2,56	89,5 ± 7,50	87,0 ± 4,70	96,5 ± 13,29
Conversão alimentar ³	2,3 ± 1,95	1,6 ± 0,90	1,3 ± 0,49	1,2 ± 0,26	1,1 ± 0,13
TCE (% dia ⁻¹)	3,4 ± 27,20	4,1 ± 20,94	6,1 ± 22,04	6,3 ± 12,41	7,8 ± 16,30
Sobrevivência(%) ⁴	56,9 ± 30,93	71,2 ± 23,27	82,2 ± 27,00	93,0 ± 8,08	100,0 ± 0,00
Fator de Condição (K)	4,6 ± 2,37	5,5 ± 1,81	6,4 ± 1,91	7,2 ± 0,71	7,6 ± 0,22

¹Efeito linear (p<0,05): Y=41,54+1,108x ; R²= 0,9521

²Efeito linear (p<0,05): Y= 259,2+10,053x; R² = 0,9948

³Efeito quadrático (p<0,05): Y= 0,001x² - 0,067x + 2,256; R²= 0,975 x = 33,50

⁴Efeito linear (p<0,05): Y = 59,06+1,08x; R²= 0,9862

Para a conversão alimentar o efeito se apresentou de forma quadrática (p<0,05), obtendo a melhor conversão alimentar ao nível de 33,50 g kg⁻¹ de inclusão, uma melhoria em torno de 49%. Efeito semelhante foi encontrado por Hoestenbergh et al. (2014) ao avaliar três fontes de óleo (óleo de peixe, óleo de linhaça e a mistura de óleo de linhaça com a *Schizochytrium* sp.) em dietas para juvenis de perca jade (*Scortum barcoo*) e concluíram que a inclusão de 400 g kg⁻¹ da mistura de óleo de linhaça com a *Schizochytrium* sp., proporcionou melhora no ganho de peso e conversão alimentar dos peixes. Santos et al. (2015) também observaram uma queda dos valores de conversão alimentar ao crescer os níveis de *Schizochytrium* sp. na ração de tilápia do Nilo.

A sobrevivência apresentou melhora de 75,74% com o nível de inclusão de 40 g da microalga *Schizochytrium* sp em relação ao tratamento controle. Resultado semelhante foi observado por Santos et al. (2015) acrescentando *Schizochytrium* sp. na ração de tilápia do Nilo, nos mesmos níveis deste experimento. No entanto, outros autores não encontraram influência do nível de *Schizochytrium* sp. incluído na ração sobre a sobrevivência, de bagre do canal (LI et al., 2009). O consumo de ração do piau não sofreu influência (p>0,05) dos níveis de inclusão da *Schizochytrium* sp.. Estes resultados estão de acordo com os encontrados por Li et al. (2009) que utilizaram 0; 0,5; 1,0; 1,5; e 2,0% de *Schizochytrium* sp. na dieta de bagres

do canal, e não observam diferenças no consumo. De forma similar Santos et al. (2015) também não observaram influência dos sp. na dieta de *Schizochytrium* sp. na dieta de tilápia do Nilo

O fator de condição de Fulton (K) não diferiu entre os tratamentos ($p>0,05$). Segundo Rocha et al. (2005) este parâmetro, é uma relação entre o peso e o comprimento corporal, e reflete o grau de bem-estar do peixe. Portanto, estes resultados indicam que os diferentes níveis de inclusão da *Schizochytrium* sp. na alimentação de piaus não alteraram o bem-estar dos juvenis.

A taxa de crescimento específico (TCE) também não variou ($p>0,05$) em função dos níveis da microalga, oscilando de 3,4 a 7,8% ao dia. Apesar de se manterem constantes, esses valores podem ser considerados elevados, pois foram próximos aos obtidos com larvas de matrinxã (*Brycon orthotaenia*) alimentadas com larvas de curimatá-pioa *Prochilodus costatus*, e considerando-se que, segundo Almeida (2003) valores acima de 2,5% ao dia representam altas taxas de crescimento. Isso justifica-se pelo fato de peixes em fase inicial de crescimento poderem proporcionar altas médias de taxa de crescimento (LUNA FIGUEROA, 1999).

Trabalhos com a microalga *Schizochytrium* sp. vem demonstrando melhores resultados no desempenho de peixes devido à sua composição nutricional, rica em ácidos graxos poliinsaturados (REN et al., 2010), que atuam no crescimento, e melhoram a eficiência alimentar (LI et al., 2009). De acordo com os resultados de desempenho encontrados para juvenis de piau neste trabalho, níveis mais altos de inclusão da *Schizochytrium* sp. deverão ser estudados para melhor explorar o nível ótimo ou de estabilização desta microalga.

Pelas análises bromatológicas corporais (Tabela 4), não foram observadas diferenças ($p>0,05$) para matéria seca e matéria mineral, nas carcaças dos piaus, esses resultados se assemelham aos encontrados por Santos et al. (2015) que avaliaram a adição da mesma microalga em dietas de tilápia e aos de Li et al. (2009) com bagre do canal. Li et al. (2009) justificaram a similaridade da composição corporal do bagre do canal, alimentados com níveis desta alga, em função das dietas utilizadas serem isoproteicas e isoenergéticas como as dietas deste experimento e no de Santos et al. (2015). No entanto Li et al. (2009) sugerem que estudos adicionais são necessários para avaliar o uso de níveis mais elevados de algas na dieta do bagre de canal e baseado em outros trabalhos, relatam que alterações podem ser observadas.

Tabela 4- Análise bromatológica corporal de juvenis de piau alimentados com rações contendo *Schizochytrium* sp.

Nutrientes*	Níveis de inclusão de <i>Schizochytrium</i> sp. (g. kg ⁻¹)					CV(%)
	0	10	20	30	40	
MS (%)	89,86	90,54	90,90	91,10	91,56	0,57
MM (%)	13,61	14,41	15,61	13,87	12,84	7,33
EE (%)	30,06	30,05	30,05	30,05	30,03	0,04
PB (%) ¹	63,39	59,97	59,96	60,56	56,75	3,93
Ca (%) ²	4,85	4,44	4,47	4,34	4,25	5,13
P (%) ³	7,73	7,74	7,75	7,03	7,31	4,36

¹Efeito Linear (p<0,05): Y= 63,933 – 0,129X R² = 0,7224

²Efeito Linear (p<0,05): Y= 4,86 – 0,013X R² = 0,8025

³Efeito Linear (p<0,05): Y= 7,977 – 0,155X R² = 0,5597

*MS:matéria seca; MM:matéria mineral; EE:extrato etéreo; PB:proteína bruta; Ca:Cálcio P:fósforo.

Não foram observadas diferenças significativas (p>0,05) nos níveis de extrato etéreo na carcaça do piau alimentadas com rações com diferentes níveis de inclusão de *Schizochytrium* sp., similarmente ao observado em filé de bagre do canal alimentados com ração enriquecida com a mesma microalga (LI et al., 2009). A similaridade de resultados pode ser explicada pelo fato dos peixes utilizarem muito bem os lipídeos como fonte energética (LOPES et al., 2006). No entanto, esse resultado difere do observado para peixes alimentados com outras algas ricas em ácidos graxos, como encontrado por Batista (2008) na qual foram avaliados dois tipos diferentes de farinha de algas (*Gracilaria* sp. e *Ulva rigida*) em dietas de dourada (*Sparus aurata*). Os autores verificaram que o conteúdo lipídico corporal dos peixes alimentados com esses dois tipos de algas apresentaram uma diminuição do valor médio em comparação com a dieta controle.

A proteína bruta, apresentou efeito linear decrescente (p<0,05). Os resultados obtidos para teores de proteína corporal dos peixes apresentaram o tratamento controle como maior valor diminuindo com o aumento da concentração da microalga na ração. O nível de proteína corpórea também diminui para juvenis de linguado *Paralichthys olivaceus* alimentados com dietas isoenergéticas e isoproteicas enriquecidas com *Schizochytrium* sp. quando comparados com os alimentados com dietas enriquecidas com a microalga *Nannochloropsis* sp., ou com combinações de óleo de soja e óleo de peixe e dieta com os óleos de soja e de peixe acrescido das duas microalgas (QIAU et al., 2014). No entanto, para o bagre do canal o nível de proteína no filé apresentou-se constante quando alimentado com dieta controle, ou com

crescentes níveis (0,0 0,5; 1,0; 1,5 e 2%) de adição da *Schizochytrium* sp. na dieta (LI et al., 2009). A variação observada na proteína corpórea do piau, poderia ser dada por um desbalaceamento da ração, contudo, a ração ofertada neste experimento continham os níveis recomendados para a espécie, visto os resultados e que assemelham-se a estimativa protéica para o piau e para outras espécies nativas que vem sendo estabelecidas com base no desempenho produtivo e composição corporal (FEIDEN et al., 2009).

O cálcio e o fósforo apresentaram efeito linear decrescente ($p < 0,05$), apresentando maiores valores desses minerais nos tratamentos controle 10 e 20 g de inclusão da alga na dieta. Possivelmente tenha ocorrido uma reação de saponificação (LEHNINGER et al., 2006) entre os ácidos graxos contidos na microalga e estes dois minerais no intestino dos juvenis, não ocorrendo assim a digestão e metabolização do cálcio e do fósforo e consequentemente sendo expresso em maior quantidade na carcaça dos peixes submetidos aos tratamentos com menores níveis de inclusão da microalga.

Os resultados obtidos, sugerem que níveis mais altos de adição da microalga *Schizochytrium* sp. na dieta devem ser estudados a fim de melhor entender a sua influência na composição bromatológica de piaus.

5. CONCLUSÃO

Conclui-se que juvenis de pias (*Leporinus friderici*) alimentados com 33,5 g de *Schizochytrium* sp. kg^{-1} de ração melhoraram o desempenho produtivo, e apresentaram influência nas características bromatológicas da carcaça.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, G. S. C. **Suplementação dietética da vitamina C, desenvolvimento e sanidade do pacu (*Piaractus mesopotamicus*- Holmberg, 1887)**. 2003. 60 p. Dissertação (Mestrado) – Piracicaba, SP.

APHA, AWWA, WEF. Standard methods for the examination of water and wastewater. 22nd edition. Washington, D.C.: **American Public Health Association**; 2012.

ARANA, LUIS ALEJANDRO VINATEA. **Qualidade da água em aquicultura: princípios e práticas**. Florianópolis: Editora da UFSC, 320p, 2010.

BATISTA, S. I. M. **Efeito da substituição da farinha de peixe por farinha de algas *Gracilaria* sp. e *Ulva rigida* no crescimento e nos parâmetros metabólicos da dourada (*Sparus aurata*)**. 2008.72p. Dissertação (Mestrado Integrado de Engenharia Biológica) – Universidade do Algarve, Faro, Portugal.

BUCKUP, P.A.; MENEZES, N.A.; GHAZZI, M.S.A. **Catálogo das espécies de peixes de água doce do Brasil**. Rio de Janeiro : Museu Nacional, 2007. 195p.

CAMPOS,V. B.; BARBARINO, E.; LOURENÇO, S. D. O. Crescimento e composição química de dez espécies de microalgas marinhas em cultivos estanques. **Ciência Rural**, v. 40 n.2, p. 339-347. 2010.

CONCEA. **Diretrizes da prática de eutanásia do conselho nacional de controle de experimentação animal**. Brasília, DF: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. 2013, 54p.

COPATTI, C.E.; DOS SANTOS, T.A.; GARCIA, S.F.S. Densidade de estocagem e frequência alimentar de juvenis de piava *Leporinus obtusidens* Valenciennes, 1836 (Characiformes: Anostomidae). **Revista Brasileira de Agrociência**, v.14, n 4, p.107-111, 2008.

DA ROCHA, M. A.; DE AZAMBUJA R. E. L.; MIZUBUTI, I. Y.; DA SILVA, L. D. D. F.; BOROSKY, J. C.; & RUBIN, K. C. P.. Uso do fator de condição alométrico e de Fulton na comparação de carpa (*Cyprinus carpio*), considerando os sexos e idade. **Semana: Ciências Agrárias**, v.26, n.3, p.429-434, 2005.

FEIDEN, A.; SIGNOR, A. A.; BOSCOLO, W.R. et al. Exigência de proteína de alevinos de piauí. **Ciência Rural**, v.39, n.3, p.859-865, 2009.

GARCIA, F.; ABIMORAD, E. G.; SCHALCH, S. H. C.; ONAKA, E. M.; FONSECA, F. S. Desempenho produtivo de tilápias alimentadas com suplemento alimentar à base de algas. **Bioikos**, v.23, n.2, 2009.

HONORATO, C.A.; ALMEIDA, L.C.; NUNES, C.S. Effects of processing on physical characteristics of diets with distinct levels of carbohydrates and lipids: the outcomes on the growth of pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Aquaculture Nutrition**, v.16, p.91-99, 2010.

HOESTENBERGHE, S.V.; FRANSMAN, C.; LUYTEN, T.; VERMEULEN, D.; ROELANTS, I.; BUYSSENS, S.; GODDEERIS, B.M. *Schizochytrium* as a replacement for fish oil in a fishmeal free diet for jade perch, *Scortum barcoo* (McCulloch & Waite). **Aquaculture Research**, p.1–14, 2014.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de bioquímica**, 4ª. Edição, Editora Sarvier, 2006, capítulo 7.

LI, M. H.; ROBINSON, E. H.; TUCKER, C. S.; MANNING, B. B.; & KHOO, L. Effects of dried algae *Schizochytrium* sp., a rich source of docosahexaenoic acid, on growth, fatty acid composition, and sensory quality of channel catfish *Ictalurus punctatus*. **Aquaculture**, v.292, n.3, p.232-236, 2009.

LUNA- FIGUEROA, J. Influencia de alimento vivo em la reproduccion y crecimiento Del pez Angel (*Pterophyllun scalare*) – Pisces: Cichlidae, **Revista Acta Universitaria**, v. 9, n. 2, p.34-40, 1999.

LOPES, P.R.S.; POUEY, J.L.O.F.; ENKE, D.B.S. et al. Desempenho de alevinos de jundiá *Rhamdia quelen* alimentados com diferentes níveis de energia na dieta. **Biodiversidade Pampeana**, v.4, p.32-37, 2006.

PEDREIRA, M. M.; LUZ, R. K.; SANTOS, J C. E.; MATTIOLI, C.; CAMPOS, SILVA, C. L. Larvicultura de matrinxã em tanques de diferentes cores. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n.10, p.1365-1369, 2008.

PEREIRA, C. M. P.; HOBUSS, C. B.; MACIEL, J. V.; FERREIRA, L. R.; DEL PINO, F. B.; MESKO, M. F.; JACOB-LOPES, E.; Colepicolo Neto, P.. Biodiesel renovável derivado de microalgas: avanços e perspectivas tecnológicas. **Química Nova**, v.35, n.10, p.2013-2018, 2012.

QIAO, H.; WANG, H.; SONG, Z.; MA, J.; LI, B.; LIU, X.; ZHANG, S.; WANG, J.; ZHANG, L. Effects of dietary fish oil replacement by microalgae raw materials on growth

performance, body composition and fatty acid profile of juvenile olive flounder, *Paralichthys olivaceus*. **Aquaculture Nutrition**, v.20, n.6, p.646-653, 2014.

REN, L. J. JI, X.J.; HUANG, H., QU, L.; FENG, Y.; TONG, Q.Q.; OUYANG, P.K.. Development of a stepwise aeration control strategy for efficient docosahexaenoic acid production by *Schizochytrium* sp.. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v.87, p.1649–1656, 2010.

SANTOS, S.K.A.; MOURA, G.S.; PEDREIRA, M.M.; PRATES, A.D.S.; FERREIRA, A.L.; AZEVEDO, R.C. Microalga *Schizochytrium* sp. em rações para tilápia do Nilo. **Caderno de Ciências Agrárias**, v.7, p.75-79, 2015.

SATO, Y.; FENERICH-VERANI, N.; NUÑER, A. P. O.; GODINHO, H. P.; VERANI, J. R. Padrões reprodutivos de peixes da bacia do São Francisco, p. 229-274. In: GODINHO, H. P.; GODINHO, A. L. (org.). **Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais**. Belo Horizonte: PUC Minas, 2003b. 468 p.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análises de alimentos: métodos químicos e biológicos**.3. ed. Viçosa: Impr.Universitária, 2004. 235p.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM – SAS. **User's guide: statistics**. Version 9.0. Cary: SAS Institute inc., 2008.